

Konditionierte Atemluft aus Brennstoffzellen für Leistungssportler

P. Beckhaus, S. Souzani, T. Notthoff, M. Schoemaker, A. Heinzel
 Zentrum für Brennstoffzellentechnik ZBT gGmbH
 Carl-Benz-Straße 201, 47057 Duisburg, Deutschland
 p.beckhaus@zbt-duisburg.de www.zbt-duisburg.de

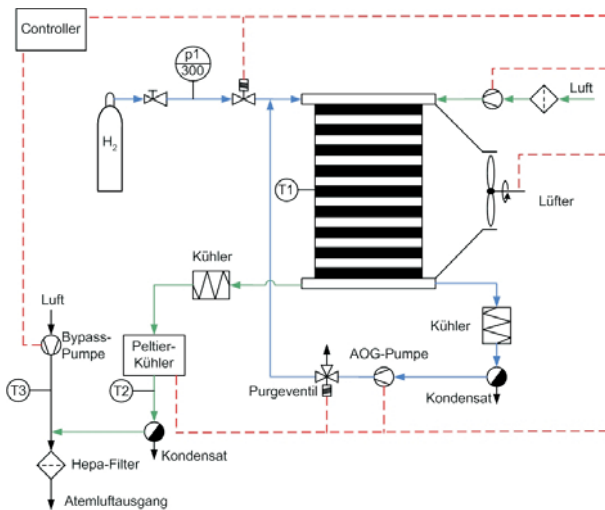


Einführung

Es wird die Entwicklung eines Aggregates vorgestellt, das für medizinische und für Trainingszwecke konditionierte Atemluft mit reduzierter Sauerstoffkonzentration bereitstellt, um z.B. die Bedingungen eines Höhentrainings zu erfüllen. Eingesetzt wird hierfür die Wasserstoff-Brennstoffzellentechnik, die den für die Anwendungen benötigten Strom, Wärme oder Kälte und insbesondere sauerstoffreduzierte, konditionierte Atemluft bereitstellt. Im Gegensatz zur üblichen Anwendung der Brennstoffzellentechnik als Stromerzeugungsaggregat muss die Systemtechnik und die Regelalgorithmen für den speziellen Anwendungsfall modifiziert werden. Ein effizienter Systemaufbau ist so zu gewährleisten, dass bezogen auf die variierende Sauerstoffreduktionsaufgabe ein möglichst geringer Wasserstoffverbrauch erreicht wird. Die Nebenprodukte Strom und Wärme müssen hierfür und für weitere Aufgaben des Aggregates genutzt werden.

System-Konzept

Es wurde ein Systemkonzept entwickelt, das es ermöglicht, Temperatur, relative Feuchte und Sauerstoffkonzentration der Atemluft in weiten Bereichen frei einzustellen. Die sauerstoffreduzierte Atemluft setzt sich aus Umgebungsluft und konditioniertem Kathodenabgas zusammen. Dem Kathodenabgas wird ein Teil des Reaktionswassers durch Abkühlung in zwei Kondensator-Stufen entzogen. Der Aufbau wurde so kompakt wie möglich gestaltet und auf eine Befeuchtung der Gasströme verzichtet.



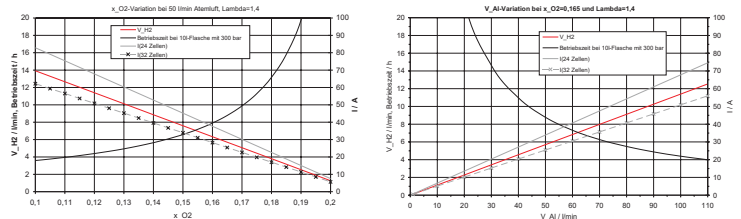
schematische Darstellung der Systemverschaltung

Spezifikationen des Systems

- luftgekühlte PEM-Brennstoffzelle mit 24 Zellen
- Zirkulation des Anodenabgases
- zweiteilige Abkühlung des Kathodenabgases zur Regelung von Atemluftfeuchte und -temperatur
- Mischung der Atemluft aus konditioniertem Kathodenabgas und Frischluft
- Reinigung der Atemluft mit einem HEPA-Filter
- Kontrolle der Sauerstoffkonzentration mit O₂-Sensoren
- Atemluftversorgung durch Atemluftmaske oder -zelt

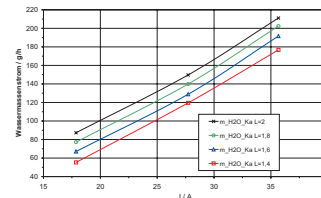
Prinzipielle Zusammenhänge

Regelgrößen des Aggregates sind Sauerstoffkonzentration und Volumenstrom des Atemgases. Daraus werden entsprechend der Regelalgorithmik die weiteren Betriebsparameter des Aggregates, wie z. B. Stromstärke und Luftzahl, ermittelt.



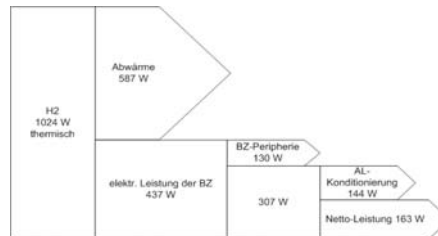
Variation von Sauerstoffkonzentration und Volumenstrom

- Der Wasserstoffverbrauch ist abhängig von den Regelgrößen Volumenstrom und Sauerstoffkonzentration der Atemluft.
- Die resultierende Stromstärke ist zusätzlich abhängig von der Größe des Brennstoffzellenstacks.



gemessene Wassermassenströme bei unterschiedlichen Stromstärken und

Der Wassermassenstrom im Kathodenabgas und somit die Anforderungen an die nachgeschaltete Konditioniereinheit steigen mit Stromstärke und Luftzahl.



Energiebilanz des Aggregates bei 50 l/min Atemluft mit 16,5% Sauerstoff

Bei Erzeugung von 50 l/min Atemluft mit 16,5% Sauerstoff werden von der Brennstoffzelle 163 W elektrische Leistung mehr bereitgestellt als vom Aggregat benötigt werden. Diese stehen für Mehrwertdienste wie Gesundheitsmonitoring und Anzeigeelemente zur Verfügung.

Technische Daten



- Stack: 24 (Option 32) Zellen, Luftkühlung
- Sauerstoffkonzentration: 16,5 (Option 14,5) bis 18,5% entsprechend Höhenluft 2000 m (Option 3000 m)
- Atemluftvolumenstrom: 50 l/min
- rel. Feuchte der Atemluft: 40 bis 60%
- Wasserstoffspeicher: 10l-Flasche mit 300 bar
- Bedieninterface: Touchscreen
- Lautstärke: max. 30 dB
- Abmessungen: 40 cm x 40 cm x 100 cm
- Fertigstellung: April 2008

Danksagung

Diese Arbeit wird finanziert im Rahmen des Programmes PRO INNO II des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und wird in Zusammenarbeit mit der Firma N2telligence GmbH Hamburg durchgeführt.